

## Особенности разработки и применения иммерсивных технологий для обучения и подготовки специалистов железнодорожного транспорта

**А.К. Головнич**

Белорусский государственный университет транспорта (БелГУТ); г. Гомель, Республика Беларусь; golovnich\_alex@mail.ru

### АННОТАЦИЯ

Рассматриваются теоретические аспекты разработки компьютерной модели работы железнодорожных станций и ее практического использования с технологиями полного погружения пользователя в объектную и процессную среду выполнения технологических операций. Обращается внимание на необходимость психологической подготовки обучаемых и специалистов, применяющих иммерсивные модели на практике. Отмечается, что системы трехмерной визуализации динамических процессов, функционирующие в соответствии с физическими законами реального мира и технологией работы станции, дополненные техническими средствами восприятия модельных образов как объективно существующих, требуют специального обучения для их эффективного применения при принятии ответственных решений, связанных с безопасностью движения поездов и организацией маневровых работ. При этом погружение обучаемых в модельную среду не должно носить безусловный характер, а следовательно, восприятие информационных образов формируется как отображение реалистичной копии технической системы, визуально отличающейся определенными метками, чтобы не терять связь с реальностью. На эту особенность моделей, идентифицирующих технические системы с высокой точностью реконструкции объектов и процессов, особо указывается в статье, как на основную алгоритмическую позицию, позволяющую прибегать к иммерсивным моделям с высокой эффективностью. Учитывая огромный потенциал, скрытый в новых информационных системах обучения, использующих бездисплейные технологии реконструкции объектов, изоморфных реальности, автор полагает, что данное направление может инициировать широкое обсуждение специалистов-транспортников, которое будет способствовать развитию теоретико-прикладной сферы трехмерного моделирования технических систем.

**Ключевые слова:** железнодорожная станция; трехмерная модель; иммерсивные технологии; восприятие; динамика состояний; обучение; тренажер; безопасность процессов

**Для цитирования:** Головнич А.К. Особенности разработки и применения иммерсивных технологий для обучения и подготовки специалистов железнодорожного транспорта // Техник транспорта: образование и практика. 2021. Т. 2. Вып. 1. С. 56–60. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2021.1.56-60>.

Original article

### Features of the development and application of immersive technologies for the education and training of railway transport specialists

**Aleksandr K. Golovnich**

Belarusian State University of Transport (BelSUT); Gomel, Republic of Belarus; golovnich\_alex@mail.ru

### ABSTRACT

Discusses the problems of development computer model of railway station on base technology of complete immersing the user on object and process environment. The efficiency this model will be to reach because of certain psychological preparation. Complexity this technology, high dynamics of technological operations results in necessity of special preparation for the experts in model of complete immersing. The devices of the augmented reality and technology «without display» form the special model system, visually and substantially adequate to real station. Use immersive technologies will allow to increase efficiency of acceptance the administrative decisions, which connected to safety of trains.

**Keywords:** railroad station; three-dimensional model; immersive technologies; perception; dynamics of states; training; training apparatus; process safety

**For citation:** Golovnich A.K. Features of the development and application of immersive technologies for the education and training of railway transport specialists. *Transport technician: education and practice*. 2021;2(1):56-60. (In Russ). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2021.56-60>.

## ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии становятся неотъемлемым атрибутом обучения, способствуя повышению качества подготовки специалистов. При этом сроки обучения сокращаются благодаря более наглядной подаче материала, использованию анимационных модельных представлений процессов, эффективным переходам в трехмерное пространство реалистично отображаемых визуализированных образов с событийной динамикой в изменениях объектов. Виртуальные тренажеры с дополненной реальностью рассматриваются как мощный ресурс системной подготовки специалистов с получением навыков практической работы и аттестацией на соответствие квалификационным требованиям.

Необходимость безопасной эксплуатации транспортных средств, высокой надежности информационных систем контроля и управления перевозочным процессом, обеспечения сохранности перевозимых грузов обуславливают применение высокоэффективных обучающих технологий, способных погружать реципиентов в реалистичную среду моделируемых сложных транспортных процессов. Эти процессы выполняются в пространственно протяженных областях (железнодорожные станции, участки, направления), обладают определенными свойствами точного позиционирования (прибытие пассажирских поездов на станцию точно по расписанию, затормаживание отцепов расформировываемого на горке состава до конкретных интервалов следования через стрелочные переводы горочной горловины), требуют конкретных действий от персонала в случае нештатных ситуаций. В результате четкость и слаженность работы специалистов транспортного комплекса зависят от степени их квалификации, определяемой качеством подготовки на уровне системности обучающего материала, средств моделирования различных обстоятельств (в том числе и форс-мажорных).

Современная техника визуального отражения процессов, происходящих в трехмерном пространстве технической системы, способна смоделировать различные эффекты изменения положения объектов и их состояний в результате взаимодействий. Модельные конструкции глубокого погружения в создаваемый эрзац-мир, использующие бездисплейные технологии, снимают барьер разграничения реального и виртуального<sup>1,2</sup>. Если модельный мир прототипируется с высокой степенью достоверности, то обучаемый окружается реалистичными объектами и процессами, изменяемыми в полном соответствии с привычными физическими законами<sup>3</sup> [1, 2].

Инструментальные средства восприятия статичных и динамичных объектов развиты в настоящее время в достаточной степени, чтобы растворить границу между реальной технической системой и ее виртуальной композицией<sup>4</sup> [3]. Проникновение в информационную среду, генерирующую состояния объектов псевдореальной действительности, обеспечивают различные устройства (VR-очки, шлемы, наголовные дисплеи, гаджеты позиционного трекинга, голографические системы). Эффективное применение этих устройств в практике организации и управления перевозками связывается с разработкой содержательной объектной структуры компьютерной реконструкции железнодорожной станции, в которой все элементы путевого развития, технического оснащения и подвижного состава соединены соответствующими взаимозависимыми технологическими линиями обслуживания вагонопотоков различных категорий.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Применение логических методов аналогии, индукции и сравнения позволяет перенести технологическую нагрузку реальной железнодорожной

<sup>1</sup> Адно А. Новые принципы взаимодействия человека со средой через виртуальный слой. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=dmqDr7vXSmA>

<sup>2</sup> Иммерсивные технологии в корпоративном обучении: в чем их преимущества? URL: <https://vc.ru/u/592826-argument-digital/165236-immersivnye-tehnologii-v-korporativnom-obuche-nii-v-chem-ih-preimushchestva>

<sup>3</sup> Куда нас погружают иммерсивные технологии? URL: <https://habr.com/ru/company/vtb/blog/463707/>

<sup>4</sup> Jahagirdar N. Time for immersive technologies: Interacting the world with virtual and augmented reality // Telegana Today. 16.01.2017. URL: <https://telanganatoday.com/time-immersive-technologies>

станции на ее трехмерный модельный аналог и не только получить функционирующий динамический образ, но благодаря интрузивному инструментарию воспринимать наблюдателем этот образ как реальный.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При корректном воспроизведении операций, выполняемых с подвижным составом, сопряженных с занятием станционных путей и грузовых пунктов, визуальная реконструкция последовательности изменяющихся состояний участвующих в технологическом процессе объектов обладает высокой степенью физической и психологической достоверности, способствующей полному погружению сознания в виртуальный мир. Однако преимуществом практической компьютерной реконструкции процессов железнодорожной станции является осознание пользователем безопасного моделирования с достижением критических и за-критических состояний объектов без каких-либо последствий. Восприятие высокореалистичных динамических образов модели как наблюдаемого реального мира ограничивает пользователя в принимаемых решениях по выбору управляющих воздействий, подсознательно способных привести к аварийным состояниям объектов. Рассматривая модель как реальную станцию, диспетчер не сможет принять решение относительно, например, занятия маршрута отправления со станции пассажирского поезда по неисправному стрелочному переводу. Поэтому всегда в модельной иммерсивной анимации функционирования динамических процессов на всех кадрах должен присутствовать инфостикер, указывающий на то, что разворачиваемые перед наблюдателем или лицом, принимающим управленческие решения, все событийные реконструкции являются продуктом работы компьютерной модели.

Если модель продуцирует события в области пограничных состояний объектов, обусловленных большими нагрузками или наличием различных дефектов на конструктивных элементах путевого развития или подвижного состава, то при отсутствии внешних нейтрализующих воздействий прототипирующая система продолжает развивать процессы перехода в опасную зону состояний объектов. В этот период включаются программные функции деконструктивного моделирования, способные привести объекты к разрушению в результате столкновений или сходов подвижного состава, обрушения конструкции технического оснащения, развала груза в вагоне и др. Лицо, принимающее управленческие решения, может принять один из двух вариантов действия:

- прекратить дальнейшее развитие опасных состояний при достижении критических нагрузок на контрольные объекты с возвратом моделирующей системы в штатное состояние функционирования (*Alternate1*);
- наблюдать усугубляющийся конфликт между силами внешнего влияния и уменьшающейся способностью объектной среды противостоять этому влиянию с последующей регистрацией наступившей аварийной ситуации (*Alternate2*).

Исследование опасных вариантов развития процессов на железнодорожных станциях имеет большое значение для выявления значимых факторов, способных привести к негативным результатам. Это важный теоретический аспект моделирования работы станции, связанный с реализацией схемы *Alternate2*. В данном случае речь идет об использовании иммерсивной среды на практике, когда нужно принимать эффективное оперативное решение, имея незначительный резерв времени на анализ вероятных исходов. Поэтому диспетчер должен выбрать вариант *Alternate1* с ускоренным таймером времени для получения некоторого прогнозного результата. При этом основная работа по текущему контролю и оперативному принятию соответствующих решений остается в поле его постоянного внимания. В зависимости от сложности оперативной ситуации и резерва времени на принятие решений диспетчер выполняет *Alternate1* с определенной скоростью, которая всегда будет выше нормальной технологической. Такая прогнозирующая реконструкция будет воспроизводиться на втором модельном поле, так как основное задействовано под текущий технологический процесс, разворачиваемый в реальном масштабе времени. Поэтому при бездисплейной технологии моделирования второе модельное поле реконструкции станционных технологических процессов представляет собой параллельную информационную структуру глубокого погружения в воспроизводимый модельный мир с ускоренным временем.

Модельное поле, конструирующее процессы в реальном времени, формируется изоморфным программным транслятором, который визуализирует работу станции с изменением состояний объектов, практически неотличимых от динамики реальной станции. Такая изоморфная модель может стать для диспетчера главным рабочим инструментом, осуществляющим алгоритмы реконструкции действительности с опережением процессов реальной станции на некоторый интервал времени.

Переключение на модельное поле версии реальности *Alternate1* с ускоренным ритмом времени потребует психологической подготовки. Данная реализация не создает ощущение реальности. Длительное восприятие процессов в режиме таймлапса вызывает дискомфорт, предполагая достаточно быстрый

выход на завершающие события. Более того, такие симуляции диспетчеру придется наблюдать на экране виртуального дисплея, оставаясь погруженным в пространство изоморфной модели станции.

В зависимости от результатов таймлапс-моделирования диспетчер сможет принимать управленческие решения для основной модельной среды, и только после получения безопасных и эффективных состояний модельных объектов изоморфной реконструкции эти решения утверждаются диспетчером в качестве окончательных директив для функционирующей реальной станции.

Подобный многоуровневый контроль кажется достаточно затратным по времени, и в условиях необходимости принятия оперативных управленческих решений любое промедление может быть неприемлемым для реальных условий работы станции. Однако при быстрой модельной реализации, формировании рациональной схемы последовательных срезов отдельных многовариантных развития станционных технологических процессов, соответствующей психологической подготовке работы с трехмерными параллельными реконструкциями возможен выбор наиболее эффективных решений в трудных и неоднозначных ситуациях. Полное погружение в адекватные действительности развертываемые модельные имитации раскрывает дополнительные возможности упреждения опасных состояний объектов с позиций оценки последствий, как бы наблюдавшихся в ближайшем будущем, воспроизведенном реалистичной иммерсивной моделью на уровне субъективной реальности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, разработка модели железнодорожной станции с применением иммерсивных технологий реконструкции технологических операций обладает значительным потенциалом после обучения специалистов аппарата управления станционными процессами. Благодаря возможности полного погружения в проблемную среду обучение происходит в режиме «*as in reality*», когда окружающие объекты и происходящие процессы модели воспринимаются как события действительного мира, зависящие от наблюдателя и одновременно активного участника. Все вопросы, возникающие у обучаемого, находят быстрый ответ посредством информационной среды дополненной реальности, встраиваемой непосредственно в иммерсивную модель.

Для дежурного и диспетчера результаты работы основной изоморфной среды моделирования и параллельных таймлапс-субмоделей могут стать серьезными аргументами в пользу тех или иных управленческих решений, последствия от реализации которых лицо, принимающее решение, на-

блюдает до их принятия. Важно научиться работать с ампликативными конструкциями, когда значимые сведения из наблюдаемого мира (не обязательно реального) и ряда подобных событий модели другого временного среза априори обладают достоверностью. Использование психологической техники амплификации позволит развить у менеджеров способность формировать умозаключения, построенные на анализе некоторого вероятностного события, получившего различное развитие во временных срезах при факторной вариации с достижением определенных результатных состояний, которые можно пронаблюдать. Если диспетчер как в видеофильме увидит, к каким негативным последствиям может привести принятие некоторого решения, то, обладая некоторым резервом времени, он повторит подобные модельные реминисценции с другими начальными позициями и в дальнейшем выстроит для себя убедительную логику наиболее эффективного управленческого воздействия.

Развитие перспективных средств технического обеспечения в виде инструментария иммерсивных моделей не отрицает прогресса в совершенствовании систем автоматизации принятия решений и организации работы железнодорожных станций. Использование алгоритмов поведенческого мониторинга искусственного интеллекта даст возможность решить многие трудноформализуемые задачи в области управления, способствующие выведению из-под контроля диспетчерского аппарата части функций и формированию подсистем компьютерного администрирования. Однако в целом получить надежные автопилотные среды для сложных условий функционирования станций при значительной неопределенности исходных данных, высокой динамике влияющих внешних и внутренних факторов, по-видимому, в обозримой перспективе не удастся. Перевозочный процесс должен всегда быть гарантированно безопасным, логистически связным, максимально клиенто-ориентированным. Поэтому даже при высокой степени автоматизации управленческих операций ключевые решения будут приниматься человеком. В арсенале средств эффективного управления диспетчера в условиях постоянно увеличивающихся скоростей движения поездов, усиления нагрузки на железнодорожный путь от более грузоподъемного подвижного состава, острой конкурентной борьбы с другими видами транспорта обязательно должны функционировать соответствующие высокопроизводительные информационные системы, накапливающие, обрабатывающие, хранящие данные, а также воспроизводящие и прогнозирующие состояния объектов станции в эргономичном виде для лица, принимающего ответственные решения.

Необходимо учитывать изменение роли человека как управляющего фактора при дальнейшем

развитии иммерсивных технологий. Возможно, именно благодаря тому, что в ближайшем будущем часть функций диспетчера станет выполнять искусственная интеллектуальная информационная среда, высвобождающееся время можно будет направить на исследование прогнозных состояний объектов в таймлапс-моделях станции, что позволит упреждать вероятное развитие опасных ситуаций, а следовательно, повысить эффективность управляющих решений для надежного функционирования транспортных систем.

Практическое использование обучающих иммерсивных технологий станет реальностью только после формирования системной среды технического, информационного и методического обеспечения трехмерного тренажа, эффективного и одновремен-

но безопасного, визуально реалистичного и в то же время уверенно распознаваемого как эрзац-реальности. Иммерсивный тренаж — серьезное испытание для сознания и психики обучаемого, который должен быть определенным образом подготовлен для правильного восприятия информативного, высокодинамичного и визуально насыщенного материала с пользой для обучения и без ущерба здоровью.

Эти проблемные позиции являются основой для глубоких и серьезных научных исследований. Участие многопрофильных специалистов в обсуждении и решении данных проблем, несомненно, самым благоприятным образом повлияет на результат внедрения иммерсивных моделей в практику эффективного управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кувшинов С.В., Харин К.В. Иммерсивные образовательные технологии в проектной деятельности учащихся на базе виртуальной и дополненной реальности: проблемы и перспективы // Запись и воспроизведение объемных изображений в кинематографе, науке, образовании и в других областях: материалы XII Международной научно-практической конференции. 2020. С. 175–186.

2. Литинский П.Ю. Трехмерное моделирование структуры и динамики таежных ландшафтов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 111 с.

3. Сазонов А.А. Трехмерное моделирование в AutoCAD. М.: ДМК, 2011. 376 с.

## REFERENCES

1. Kuvshinov S.V., Kharin K.V. Immersive educational technologies in students' project activities based on virtual and augmented reality: problems and the perspectives. *Recording and reproduction of volumetric images in cinema, science, education and other areas: materials of the XII International Scientific and Practical Conference*. 2020; 175-186. (In Russ.).

2. Litinsky P.Yu. *Three-dimensional modeling of the structure and dynamics of taiga landscapes*. Petrozavodsk, Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2007; 111. (In Russ.).

3. Sazonov A.A. *3D modeling in AutoCAD*. Moscow, DMK, 2011; 376. (In Russ.).

### Об авторе

**Александр Константинович Головнич** — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры проектирования, строительства и эксплуатации транспортных объектов, начальник Испытательного центра железнодорожного транспорта; **Белорусский государственный университет транспорта (БелГУТ)**; 246653, г. Гомель, ул. Кирова, д. 34, Республика Беларусь; golovnich\_alex@mail.ru.

### Bionotes

**Aleksandr K. Golovnich** — Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Design, Construction and Operation of transport objects, Head of Railway Transport Test Center; **Belarusian State University of Transport (BelSUT)**; 34 Kirova st., Gomel, 246653, Republic of Belarus; golovnich\_alex@mail.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.11.2020; одобрена после рецензирования 10.12.2020; принята к публикации 31.01.2021.  
The article was submitted 14.11.2020; approved after reviewing 10.12.2020; accepted for publication 31.01.2021.